Nicht für den Prüfling bestimmt

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

	Kompetenzbereiche				
Aufgabe	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
1.1	X		X		
1.2		X	X	X	
1.3.1				X	
1.3.2		X			
1.3.3				X	
1.4		X	X		
2.1			X	X	
2.2		X	X	X	
2.3.1		X	X	X	
2.3.2		X		X	
2.4.1				X	
2.4.2		X	X	X	
2.4.3		X	X		

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.

Q1: Biochemische Grundlagen der Biologietechnik
Q2: Molekularbiologische und gentechnische Grundlagen der Biologietechnik

verbindliche Themenfelder:
Grundlagen der Thermodynamik und der Enzymologie (Q1.1), Molekularbiologische Grundlagen (Q2.1), Gentechnische Grundoperationen I (Q2.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	erläutern Grundbausteine der DNA sind die Nukleotide. Ein Nukleotid besteht aus einer Desoxyribose, einer Phosphatgruppe und einer der vier Basen Adenin, Thymin, Cytosin oder Guanin. In einem DNA-Molekül sind viele dieser Nukleotide aneinandergereiht zu einem Polynukleotidstrang. Die DNA bildet eine Doppelhelix aus. Sie verbindet sich über zwischenmolekulare Kräfte – die Wasserstoffbrückenbindungen. Dabei paaren sich immer die Base Adenin mit der Base Thymin über zwei und Guanin und Cytosin über drei Wasserstoffbrücken. Da die Basensequenz des einen Strangs die des anderen Strangs bestimmt, spricht man von komplementärer Basenpaarung. Der DNA-Doppelstrang kann z.B. mit einer Strickleiter verglichen werden. Die Holme stellen hier zwei parallel verlaufende Molekülfäden, abwechselnd aus Desoxyribose und Phosphat, dar. Sie sind über die jeweiligen Basen über Wasserstoffbrückenbindungen verknüpft. Diese Querverbindung entspricht den Sprossen der Strickleiter. Der DNA-Doppelstrang ist schraubenförmig zu einer sogenannten Helix gewunden. Die beiden Einzelstränge sind in entgegengesetzter Richtung aneinandergelagert. Aufgrund der Syntheserichtung ergibt sich eine sogenannte Antiparallelität der beiden Einzelstränge, sie sind gegenläufig angeordnet. Die eine Desoxyribose-Phosphat-Kette verläuft vom 5′ Ende (Phosphatgruppe) zum 3′ Ende (Hydroxylgruppe), die andere vom 3′ Ende zum 5′ Ende.	5	5	
1.2	formulieren – wird durch die semikonservative Replikation erfüllt – Eine Helikase trennt die DNA-Doppelstränge über die gesamte Länge. – An die freien Basen beider Einzelstränge lagern sich komplementäre Nukleotide an, die durch DNA-Polymerase zu einem DNA-Strang verknüpft werden. – Da dieser Vorgang an beiden Einzelsträngen gleichzeitig abläuft, wird kein weiteres Enzym für die Ergänzung zum Doppelstrang benötigt.		4	
	auflisten – Topoisomerase: entwindet die Doppelhelix – Helikase: öffnet die Doppelhelix durch Lösen der Wasserstoffbrücken-bindungen – RNA-Primase: synthetisiert ein Stück RNA (Primer) – DNA-Polymerase: fügt am 3' Ende komplementäre Nukleotide an – RNase: entfernt RNA-Primer wieder aus der neu synthetisierten DNA – DNA-Ligase: verknüpft die gebildeten Stränge (Okazaki-Fragmente) durch Esterbindungen	6		

Nicht für den Prüfling bestimmt

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>1.3.1</td><td>vergleichen
<table>
<tr><td>Replikation</td><td>PCR</td></tr>
<tr><td colspan="2">Beide Abläufe verdoppeln ein DNA-Molekül durch Auftrennung der DNA in Einzelstränge und unter Verwendung von Primern und einer Polymerase.</td></tr>
<tr><td>Natürlicher Vorgang der Verdopplung des gesamten DNA-Moleküls zum Zweck der Zellteilung.</td><td>Künstlich, in vitro herbeigeführte Vervielfältigung gewünschter DNA-Fragmente, um diese für weitere Untersuchungen nutzen zu können.</td></tr>
<tr><td>Auftrennung des DNA-Doppelstrangs in zwei Einzelstränge durch das Enzym Helikase.</td><td>Auftrennung durch Denaturierung bei 95 °C.</td></tr>
<tr><td>RNA-Primer</td><td>DNA-Primer</td></tr>
<tr><td>Die RNA-Primer werden durch das Enzym Primase hergestellt.</td><td>Die DNA-Primer werden künstlich hergestellt.</td></tr>
<tr><td>Die Primer werden durch Enzyme entfernt und durch DNA-Nukleotide ersetzt.</td><td>Die Primer werden nicht entfernt und ersetzt.</td></tr>
<tr><td>Verläuft am Leitstrang kontinuierlich, am Folgestrang diskontinuierlich (daher ist der Einsatz einer Ligase notwendig).</td><td>Verläuft kontinuierlich, also immer von 3´-5´ und folglich ist keine Ligase notwendig.</td></tr>
<tr><td>Einsatz einer DNA-Polymerase</td><td>Einsatz einer hitzestabilen Taq-Polymerase</td></tr>
</table>
</td><td>4</td><td>4</td><td></td></tr>
<tr><td>1.3.2</td><td>zeichnen
5´ -ACTGAC[GGATCC]CTGGTCCA- 3´
begründen
Diese Sequenz ist mit dem komplementären Strang identisch und vorwärts wie rückwärts gelesen gleich.</td><td></td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1.3.3</td><td>aufzeigen
Hind III — **10 kb** | **2 kb**
BamH I — **9 kb** | **3 kb**
BamH I ↓ **Hind III** ↓
Hind III und BamH I — **9 kb** | **1 kb** | **2 kb**</td><td></td><td>6</td><td></td></tr>
</table>

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
1.4	erläutern, erklären Bei dem dargestellten Vorgang handelt es sich um eine Sequenziermethode, genauer um die Kettenabbruchmethode, die auf der In-vitro-Synthese von DNA in Gegenwart von kettenabbruch-induzierenden Nukleotiden beruht. 1. DNA-Einzelstrang, der sequenziert werden soll. 2. Verwendung eines Gemischs aus vier Desoxynukleosidtriphosphaten (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), die von dem Enzym DNA-Polymerase genutzt werden, um den Gegenstrang zu synthetisieren. 3. Zugabe einer kleinen Menge von vier Didesoxynukleosidtriphosphaten (ddATP, ddCTP, ddGTP, ddTTP), die unterschiedlich farbig markiert sind, damit sie am Ende detektiert werden können. 4. Ein zum Einzelstrang komplementäres kurzes Starter-Oligonukleotid (Primer) geht eine Basenpaarung mit dem zu sequenzierenden Einzelstrang ein und dient der DNA-Polymerase als Startpunkt für die Synthese. 5. Die DNA-Polymerase liest den zu sequenzierenden Strang in 3´-5´ Richtung ab und synthetisiert den komplementären Einzelstrang in 5´-3´ Richtung. 6. Ein Didesoxynukleosidtriphosphat– hier ddTTP – wird anstelle eines dTTP von der DNA-Polymerase eingebaut. Bei diesem Nukleotid ist die OH-Gruppe durch eine Wasserstoffgruppe ersetzt. Durch die fehlende Hydroxylgruppe an der 3'-Position kann die DNA-Polymerase keine Verbindung zu einem weiteren Nukleotid herstellen, es kommt zum Abbruch der Synthese. 7. Durch den zufälligen Einbau der ddNTPs entstehen unterschiedlich lange DNA-Fragmente. 8. Mittels eines Fluoreszenz-Detektors kann die Basenabfolge der zu sequenzierenden DNA ermittelt werden. erläutern erklären	 5	 3	 4
	Summe 50	**20**	**24**	**6**

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.1	deuten Wasserstoffperoxid ist eine Verbindung, die dazu neigt in Wasser und Sauerstoff zu zerfallen. Der Zerfall ist zwar eine exotherme/exergonische Reaktion, jedoch setzt er ohne Zufuhr von Aktivierungsenergie nicht ein bzw. ist sehr langsam („in Wasser gelöst monatelang haltbar“). Wird die Wasserstoffperoxidlösung erhitzt beschleunigt dies die Reaktion: Die zugeführte Wärme stellt die nötige Aktivierungsenergie zur Verfügung. Braunstein (MnO_2) entfaltet die gleiche Wirkung wie das Katalasepräparat aus der Leber. Braunstein ist ein Katalysator dieser Reaktion; wird er zugegeben, so beschleunigt sich die Sauerstoffentwicklung erheblich, weil die benötigte Aktivierungsenergie herabgesetzt wird. Lebende Zellen enthalten ein für diese Reaktion spezifisches Enzym, die Katalase. Unter der Wirkung dieses Enzyms läuft der H_2O_2-Zerfall äußerst schnell ab.		6	
	skizzieren Energie erhitzen Aktivierungs-energie mit Braunstein Edukte mit Katalase Reaktions-energie Produkte geändert nach: https://www.brainyoo.de/Brainyoo2Web/Stoffwechsel-7768592-Lernkarte.html (abgerufen am 14.07.2021). Hinweis: Da weitere Angaben fehlen, können die Kurvenverläufe für die beiden Katalysatoren hier auch identisch dargestellt werden.		6	
2.2	aufzeigen Die Versuchsansätze 1 und 2 verlaufen auch mit der Bleinitratlösung unverändert. Beim dritten Versuch wird das Wasserstoffperoxid nicht zerfallen.			2
	begründen Bleinitrat ist ein Schwermetall und somit ein Enzymgift. Es denaturiert das Enzym Katalase, zerstört also dessen Tertiärstruktur. Die Denaturierung ist in der Regel irreversibel.			4

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.3.1	erklären Die Bläschen auf der rohen Kartoffel deuten auf die Bildung von Sauerstoff hin. Kartoffeln enthalten das Enzym Katalase, welches die Zersetzung von Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff katalysiert. Da das Enzym bei der gekochten Kartoffel durch die Hitze zerstört (denaturiert) wurde, zeigt sich bei diesem Versuch keine Reaktion.		1	1
2.3.2	formulieren Es bilden sich erneut Bläschen auf der Oberfläche der rohen Kartoffel. begründen Katalysatoren werden bei einer Reaktion nicht verbraucht. Da es sich bei dem Enzym Katalase um einen Katalysator handelt, geht dieses aus der ersten Reaktion unverbraucht hervor und kann bei erneuter Zugabe von Wasserstoffperoxid wieder zum Einsatz kommen.		1	3
2.4.1	begründen Mit dem Buchstaben A ist das Substrat, mit B das Enzym gemeint. Um einen Enzym-Substrat-Komplex bilden zu können, müssen Enzym und Substrat in ausreichender Menge zur Verfügung stehen und mit ausreichender Energie zusammenstoßen. Eine hohe Substratkonzentration bedeutet eine große Anzahl von Substratteilchen. Erhöht man die Menge der Substratmoleküle, kommt es zu einer höheren Wahrscheinlichkeit, dass sich Substrat- und Enzymmoleküle treffen und somit mehr Enzym-Substrat-Komplexe entstehen. Folglich beschleunigt sich die Reaktion. Auch wenn die Anzahl der Enzymmoleküle steigt, wird die Reaktion schneller. Wird die Konzentration der Substrat- und Enzymmoleküle gleichzeitig erhöht, steigt die Geschwindigkeit der Reaktion am schnellsten. Die Konzentration der Stoffe ändert nichts an der für die Reaktion notwendigen Energie.			6

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.4.2	umsetzen https://docplayer.org/10200139-Natura-2-loesungen-biologie-fuer-gymnasien-andrea-becker-baerbel-knabe-alexander-maier-roman-reme-horst-schneeweiss-christian-steinert-manuel-wilborn.html (abgerufen am 14.07.2021).		2	2
	beschreiben Die Grafik zeigt die Katalaseaktivität gemessen anhand der Sauerstoffentwicklung in Millilitern pro 5 min in Abhängigkeit von der Wasserstoffperoxidkonzentration in Gramm pro 100 ml. Zu sehen ist eine typische Sättigungskurve. Die Katalaseaktivität steigt zunächst schnell an und liegt bei einer Konzentration von 3 g/ 100 ml bei 6,0 ml / 5 min O_2-Entwicklung, um dann abzuflachen und bei einem Wert von 8 g/ 100 ml die Kapazitätsgrenze zu erreichen und in den Sättigungsbereich überzugehen.	5		
	erläutern Bei sehr hohen Substratkonzentrationen tritt wieder eine Abnahme des Substratumsatzes ein (Substrathemmung), da die Substratmoleküle um das Bindungszentrum der Enzyme konkurrieren und sich dabei gegenseitig behindern.	3		

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.4.3	angeben Die Michaelis-Menten-Konstante (K_M) entspricht der Substratkonzentration, bei halbmaximaler Geschwindigkeit. aufzeigen Folgende Feststellungen lassen sich anhand des K_M-Wertes in Hinblick auf eine enzymkatalysierte Reaktion treffen: Da der K_M-Wert die Substratkonzentration angibt, bei der die Hälfte der aktiven Zentren von Enzymen besetzt ist, kann man auf ein Maß für die Substratkonzentration, die für eine Katalyse erforderlich ist, schließen. Ist der K_M-Wert niedrig, bedeutet dies, dass das Enzym nur eine geringe Substratkonzentration benötigt, um eine Reaktion katalysieren zu können aufgrund der Affinität. Ist der K_M-Wert hingegen groß, benötigt das Enzym eine hohe Konzentration an Substrat um katalytisch tätig zu werden. Entsprechend der in der Tabelle aufgeführten Werte benötigt somit die Katalase eine viel höhere Substratkonzentration (25 000 µM) als die Pyruvat-Carboxylase. Die Carboxylase zeigt, je nach Substrat, ganz unterschiedliche K_M-Werte auf. Alle angegebenen Werte (1000, 400, 60 µM) sind jedoch deutlich niedriger als der K_M-Wert der Katalase.	2		6
	Summe 50	**10**	**16**	**24**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Biologietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	20	24	6	**50**
2	10	16	24	**50**
Summe	**30**	**40**	**30**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.